

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06229736  
PUBLICATION DATE : 19-08-94

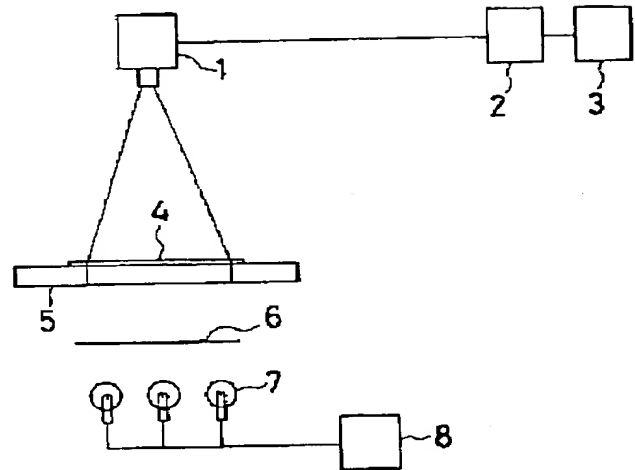
APPLICATION DATE : 05-02-93  
APPLICATION NUMBER : 05018546

APPLICANT : DAINIPPON PRINTING CO LTD;

INVENTOR : WATANABE KAZUO;

INT.CL. : G01B 11/24 G01N 21/88

TITLE : METHOD FOR QUANTIFYING  
FLUCTUATION OF PERIODIC  
PATTERN



ABSTRACT : PURPOSE: To inspect the fluctuation of sample stably by a method wherein an image data having periodic pattern picked up by an image pick up unit is filtered and subjected to surface integration with the average value of data as a boundary and then the integration result is divided by the integration area to produce a normalized value representative of the unevenness of the sample.

CONSTITUTION: A sample 4 is irradiated with light projected from a lamp 7 driven through a DC power supply 8 and passed through a diffuser 6 and the light transmitted through the sample 4 is captured by a CCD camera 1. In this regard, moire fringes occurring between a pixel of the camera 1 and a periodic pattern are eliminated and the focus of lens is blurred. Assuming  $I_1$  is an image data picked up when the sample 4 is not present,  $I$  is an image data picked up when the sample 4 is present, and  $I_0$  is an image data representative of dark current of the camera 1, transmittance  $T$  at a point on the sample can be calculated according to a formula;  $T = (I - I_0) / (I_1 - I_0)$ . An integration result is then divided by an integration area to produce a normalized value representative of the extent of fluctuation of the sample. This method enhances reliability and accuracy in quality control and inspection.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-229736

(43) 公開日 平成6年(1994)8月19日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 B 11/21

G 0 1 N 21/88

識別記号

庁内整理番号

F 9108-2F

F 8304-2J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-18546

(22) 出願日 平成5年(1993)2月5日

(71) 出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72) 発明者 中西 稔

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号大

日本印刷株式会社内

(72) 発明者 渡辺一生

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号大

日本印刷株式会社内

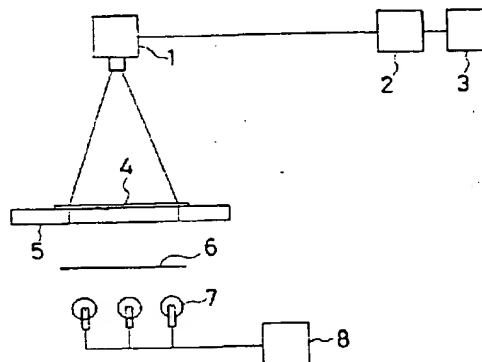
(74) 代理人 弁理士 蛭川 昌信 (外7名)

(54) 【発明の名称】 周期性パターンのムラ定量化方法

(57) 【要約】

【目的】 人間が評価することに起因する不安定さを排除し、安定した試料のムラ検査、品質管理を行うことを可能にする。

【構成】 撮影装置で試料の透過光像を撮像して得た画像データに対し、微分処理、平滑化処理等のフィルタリング処理を施すことによって、作成したムラ強調画像の画素毎に画素レベルの平均値を境にした面での積分計算を行い、積分結果を積分面積で除算することによって規格化した数値を試料のムラの度合を示す数値とする。その結果、透過性を有する基板上に形成された周期性パターンを持ついろいろな工業製品のムラを定量的に捉えることが可能となり、品質管理、検査を行う上で信頼性、精度の向上等を達成することができる。



1... TVカメラ  
2... 画像処理装置  
3... モニタ  
4... 試料

5... ステージ  
6... 尺取板  
7... ランプ  
8... 直流電源

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透過性を有する基板上に形成された単位パターンが繰り返し配列からなる周期性パターンの光学的性質の不均一性を定量化する方法であって、撮像装置を用いて撮像した周期性パターンの画像データをフィルタリング処理して得られた画像に対して画像データの平均値を境に面積分し、積分結果を積分面積で除算して規格化した値を試料の不均一度とすることを特徴とする周期性パターンのムラ定量化方法。

【請求項2】 撮像手段が冷却型CCDカメラである請求項1記載の定量化方法。

【請求項3】 撮像手段が電子シャッター式のCCDカメラであり、撮像条件の設定は電子シャッターにより露光時間を制御することにより行うことを特徴とする請求項1記載の定量化方法。

【請求項4】 撮像手段が撮像した複数フレームの画像データを加算することにより画像データの取り込みを行うことを特徴とする請求項3記載の定量化方法。

【請求項5】 撮像手段による撮像条件は周期性パターンと撮像手段の画素間でのモアレが発生しないように設定されることを特徴とする請求項1記載の定量化方法。

【請求項6】 定量化する画像データは試料を入れて撮像した画像データと試料を入れないで撮像した画像データとの画像間除算により作成した透過率分布画像データである請求項1記載の定量化方法。

【請求項7】 フィルタリング処理するフィルタのパターンを変えることにより特定の方向性、周期性を持つムラを抽出して定量化することを特徴とする請求項1記載の定量化方法。

【請求項8】 面積分結果を積分面積で除算する処理を局所的に行い、この処理を画像全体について行うことを特徴とする請求項1記載の定量化方法。

【請求項9】 面積分結果を積分面積で除算して得た値を開口率の平均値で除算することを特徴とする請求項1記載の定量化方法。

【請求項10】 請求項8記載の方法において、画像の各部分の計算値をその部分の開口率値で除算することを特徴とする請求項1記載の定量化方法。

【請求項11】 請求項8記載の方法において、画像の各部分の計算値を平滑化処理で得られた開口率値から減算することを特徴とする請求項1記載の定量化方法。

【請求項12】 透過性を有する基板上に形成された周期性パターンの開口率を求める手段として、パターン形成後の基板の透過率をパターン形成前の基板の透過率で割ることを特徴とする請求項1記載の定量化方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 カラーテレビ用ブラウン管のパネル、LCDカラーフィルター等の透過性を有する基板上に周期性パターンが形成されている工業製品のパターン

2

の均一性の乱れを定量化する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、単位パターンが繰り返し配列されている工業製品の欠陥検査については、配列単位および欠陥の形状を解像できる顕微鏡撮影装置によってビデオ信号を調べてパターン認識を行う方法、欠陥のないパターンを同様に撮影して得られた信号と比較する等の手段により欠陥を検出する方法、あるいは周期的開口を持つ製品等についてはコヒーレント光を照射した時の周期性パターンによる光の回折現象を利用する光学的フリーエ変換、空間フィルタリング法により欠陥を検出する方法等が提案されているが、工業製品のムラの程度については機械的な検査が困難であるため、人間が目視で判断しているのが実情である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、目視による判断では定量的な把握ができないと共に、多大な人手を必要とし、さらに熟練度、検査員の主観の違い等により個人差が生じ、また同一検査員でも体調や心理状態によって判定がばらつくため、絶対的レベルが存在しないという問題がある。

【0004】 本発明は上記課題を解決するためのもので、人間が評価すること起因する不安定さを排除し、安定した試料のムラ検査、品質管理を行うことができる周期性パターンのムラ定量化方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、透過性を有する基板上に形成された単位パターンの繰り返し配列からなる周期性パターンの光学的性質の不均一性を定量化する方法であって、撮像装置を用いて撮像した周期性パターンの画像データをフィルタリング処理して得られた画像に対して画像データの平均値を境に面積分し、積分結果を積分面積で除算して規格化した値を試料の不均一度とすることを特徴とする。

【0006】

【作用】 本発明は、撮像装置で試料の透過光像を撮像して得た画像データに対し、微分処理、平滑化処理等のフィルタリング処理を施すことによって、作成したムラ強調画像の画素毎に画素レベルの平均値を境にした面での積分計算を行い、積分結果を積分面積で除算することによって規格化した数値を試料のムラの度合を示す数値とするようにしたものであり、透過性を有する基板上に形成された周期性パターンを持ついろいろな工業製品のムラを定量的に捉えることが可能となり、品質管理、検査を行う上で信頼性、精度の向上等を達成することができる。

【0007】

【実施例】 図1は本発明の定量化方法を実施するための装置構成を示す図、図2は画像データの処理を説明する

3

ための図、図3はフィルタのパターンを示す図、図4は試料のムラの分布を示す図、図5は試料の開口率分布の断面を示す図、図6は開口率の低い箇所のムラ数値を大きくするための方法を説明する図である。図中、1はCCDカメラ、2は画像処理装置、3はモニタ、4は試料、5はステージ、6は拡散板、7はランプ、8は直流電源である。

【0008】本実施例では撮像装置としてCCDカメラを用いている。CCDカメラ1としては冷却型CCDカメラまたは普通のCCDカメラを使用する。冷却型CCDカメラの場合は、電子冷却方式等により冷却して暗電流やノイズを無視できる程度にまで大幅に減少させ、暗い領域での長時間露光が可能であり、積算光量に対する映像信号の直線性が良好で、暗い領域を高画質で鮮明に写し出すことが可能である。また、普通のCCDカメラを使用する場合には複数フレームの画像データを加算してノイズを減少させるようにする。シャドウマスク等の周期性パターンを持つ被検査試料4はステージ5の上に載置され、下方より拡散板6を通してランプ7で照明され、その透過光がCCDカメラ1で検出されるようになっている。

【0009】このような構成において、直流電源8で駆動されるランプ7により拡散板6を通して試料4を照射し、その透過光をCCDカメラ1で撮像する。この場合、適宜図示しないレンズ系を通してCCDカメラに透過光像を結像させるようにすれば良い。その際に、CCDカメラ1の画素と周期性パターンとの間で生じるモアレを除去するためにレンズのフォーカスをぼかすようにする。このように取り込んだ画像データを画像処理装置2に取り込み、直接画像処理することも可能であるが、以下のように透過率画像を用いれば透過率測定を同時に行えるメリットがある。すなわち、試料の無い状態で撮像した画像データを $I_0$ 、試料を入れて撮像した画像データを $I$ 、CCDカメラの暗電流を表す画像データを $I_a$ とすると、試料上の点の透過率 $T$ は $T = (I - I_a) / (I_0 - I_a)$ として計算できる。ここで、 $I_0$ 、 $I$ 、 $I_a$ は対応する位置の画像データであり、これを各画素について行うことにより光源のシーディング、長時間の変動の影響を受けない透過率画像データが得られる。

【0010】なお、通常のCCDカメラで透過率画像データを作成する場合は電子シャッタ内蔵のCCDカメラを用い、電子シャッタにより撮像条件設定方法としてシャッタ開放の状態で試料を入れて撮像し、CCDカメラの飽和露光量に近くなるように光源輝度を調節し、次に試料を取り除き、光量がオーバーセズ、しかも飽和露光量に近くなるまでシャッタ時間を短くし、その時のシャッタ時間を $t_c$ 、開放時のシャッタ時間を $t_o$ とすると、前述の透過率の式に $t_c / t_o$ を乗算し、 $T = (I - I_a) / (I_0 - I_a) \times (t_c / t_o)$

4

として透過率画像を得ることができる。これらの演算は画像処理装置2により各画像データをフレームメモリに記憶した後、画像間演算で行う。

【0011】次に、図2により得られた画像データの処理方法について説明する。

【0012】図2(a)は冷却型CCDカメラによって撮影した試料の透過光像、またはそれを用いて作成した透過率像、あるいは通常のCCDカメラで撮像し、複数フレームの画像データを加算し作成した試料の透過光像、またはそれを用いて作成した透過率像、あるいは電子シャッタ内蔵のCCDカメラを用い、前述したように露光時間を変えて得られた透過率像等の画像データを示すものであり、これに平滑化処理を施し、微小変動を除去することにより図2(b)の画像データが得られる。さらに図2(b)の画像に2次微分処理を施し、さらに平滑化処理を行うことにより図2(c)の画像データを得られる。この時の微分に用いる空間フィルタを適当に選ぶことによって様々な方向性、周期性を持つムラを抽出することができる。例えば、図3(a)は方向性のないムラ、図3(b)は横方向に方向性を持つムラ、図3(c)は縦方向に方向性を持つムラを抽出する空間フィルタのパターンであり、さらに各パターンの要素間距離 $d$ を変えることによって抽出するムラの周期を任意に選ぶこともできる。

【0013】このようにして得られた図2(c)の画像データの平均値を境に面積分を行い、積分結果を積分面積 $S$ で割る処理を行う。すなわち図2(d)に示すように、画像データ上の座標 $(x, y)$ のデータを $f(x, y)$ 、平均値を $a$ 、積分面積を $S$ 、計算結果を $m$ とすると、

$$m = (1/S) \int |f(x, y) - a| dx dy$$
で表される。この $m$ の値は図2(d)の断面積で言えば、平均値 $a$ を境にした波形(図の縦線を施した部分)の面積の平均値であり、図2(c)の2次微分処理で選択された方向性、周期性を持つ試料中に存在するムラの強度を示す数値となる。なお、図2(e)は図2(d)を3次元で見た様子であり、この場合の積分面積 $S$ は、 $S = h \times v$ で表されることになる。このようにして2次微分処理により選択された特定の方向性、周期性を持つ試料中に存在するムラを数値化し、定量化することが可能となる。

【0014】以上のような処理により周期性パターンをムラの強度を示す数値を求め、定量化することが可能となるが、人間の感じ方は開口率の大小にも左右され、ムラの強度が同じでも開口率が低く、暗く見える試料の方がムラを強く感じるという性質があり、数値 $m$ を目視と比較すると、必ずしも合致するとは限らない。そこで、検査と目視とを合致させる必要のある場合には、上で求めた数値に対してさらに試料の開口率平均値 $k$ で割った値 $m_m = m/k$ をムラを表す数値として使用するよう

すれば良い。ここで、用いる開口率は、寸法測定等により直接周期性パターンの開口率を測定するか、(周期性パターン形成後の透過率)  $t_p$  = (周期性パターン形成前の基板の透過率)  $t_s$  × (周期性パターンの開口率)  $k$  の関係より、周期性パターン形成の前後で測定した同一のパターンの  $t_p$ 、及び  $t_s$  より算出すれば良い。

$t_p$ 、 $t_s$  は、透過率測定器または、前述の画像処理により作成する透過率画像データより求めれば良い。

【0015】また、試料の面積が小さい場合には積分面を試料全体にとってムラ数値計算を行えば良いが、試料の面積が大きい場合には問題が生じる。

【0016】図4(a)は試料全体に中程度のムラが分布している様子を示し、図4(b)は試料の一部に強いムラが存在していて、他の部分は比較的きれいな様子を示しているが、積分面を全面にとってムラ数値の計算を行った場合、図4(b)の場合にはきれいな部分によって打ち消され、結果としては、図4(a)の方がムラ数値が高く現れてしまう場合がある。しかし、製品の検査の観点から見た場合、図4(b)のようなムラの方が製品価値としては低い場合があり、ムラ数値化の目的が果たせなくなってしまう場合がある。そのような場合には積分面積  $S$  を小さめにとり、積分位置を1画素あるいは数画素づつずらして試料全面についてムラ数値計算を行い、その最大値を見つけ、その値を試料のムラの度合を示す数値とすれば、図4(b)のムラの強い部分で計算した数値  $m$  は大きくなり、図4(a)より大きな数値が得られるので問題を解決することができる。

【0017】なお、積分面の形状を方向性のないムラの場合には正方形、横に方向性のムラの場合には横長の長方形、縦に方向性のあるムラの場合には縦長の長方形といったように対象とするムラの方向性に合わせた形状とすることにより、一層効果的に数値化を行うことができる。また、画像データ内の小エリア内の平均値を求める処理を画像データ全体にわたって行う処理は、画像処理で通常用いられる局所平均化法による平滑化処理に当たり、局所平均化で得た値を着目画素の値とするものであり、このような局所近傍演算をハードウェアでサポートしている画像処理装置を用いれば、ムラ数値計算を高速で行うことができる。

【0018】また、試料面積が大きくなった場合、次のような問題が考えられる。

【0019】図5は、試料の開口率分布の断面図であり、図5(a)、(b)共にMの箇所に同程度のムラが存在している様子を示している。両試料ともムラの程度、開口率の平均値共に同じなので、これまでに述べた処理ではムラの数値は同じになる。ところが、図5(a)は開口率の高い箇所にムラが存在し、図5(b)では、低い箇所に存在するので、目視では図5(b)の方がムラを強く感じ、ムラ数値と目視は一致しなくなる。このような場合には、先に説明した局所平均化法を用いて各部分で算出したムラの値を大きくすることができる。各部分の開口率は、周期性パターン形成前の基板の透過光画像を光源画像で割算した透過率画像  $I_p$  で、試料の透過率画像  $I_s$  を割算することによって作成される開口率画像  $I_o$  より求めることができる。

【0020】また、図6に示すように、上記開口率画像平滑化処理を施し、各画素が周囲の開口率を代表するように作成した開口率画像データ図6(a)を図6(b)のように開口率の高低を逆転させ、局所平均化法により作成した各画素の各ポイントごとの数値が入った画像データより減算することにより同様の開口率の低い箇所程ムラの数値を大きくすることができる。

【0021】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、透過性を有する基板上に形成された周期性パターンを持つ様々な工業製品の微妙な不均一性を定量的に捉えることができ、品質管理、検査を行う上で信頼性、精度の向上等の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の定量化方法を実施する装置構成を示す図である。

【図2】 画像データの処理を説明するための図である。

【図3】 フィルタのパターンを示す図である。

【図4】 試料のムラの分布を示す図である。

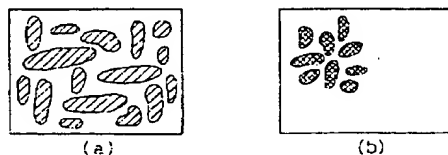
【図5】 試料の透過率分布の断面を示す図である。

【図6】 透過率の低い箇所のムラ数値を大きくするための方法を説明する図である。

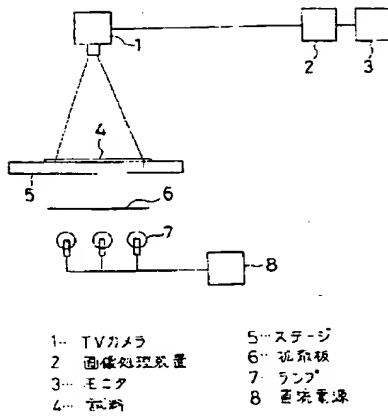
【符号の説明】

1…CCDカメラ、2…画像処理装置、3…モニタ、4…試料、5…ステージ、6…拡散板、7…ランプ、8…直流電源。

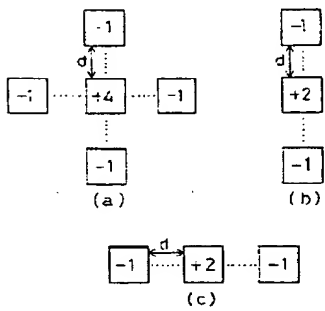
【図4】



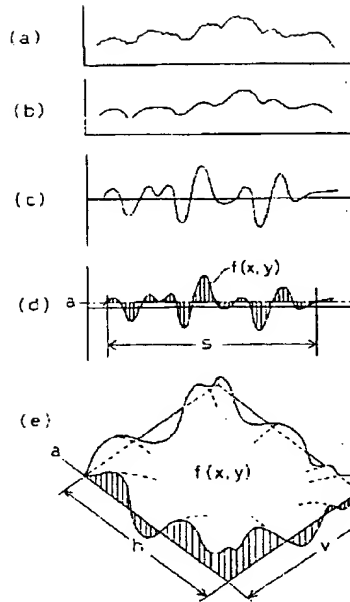
【図1】



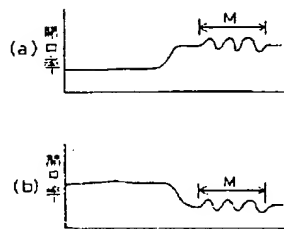
【図3】



【図2】



【図5】



【図6】

